

# エクセルで新型コロナウイルス感染のシミュレーション

令和2年、世界中に大感染を起こした新型コロナを、ウサギのつがいの増殖モデルを参考にしながら、エクセルを利用してシミュレートします。

## 1. ネズミ算とウサギ算

(1) 「ネズミ算」・・・江戸時代(1630)発行の和算書に記載された、ネズミの増え方を示す考え方で次のような内容です。

正月に1つがいのネズミが現れ6つがいの子ネズミを生んで計7つがいになる。

2月には7つがいのネズミが各々6つがいの子ネズミを生むので計49つがいになる。

3月になると49つがいのネズミが各々6つがいの子ネズミを産むので計343つがいになる。

1→7→49→343  
毎回7倍で増える

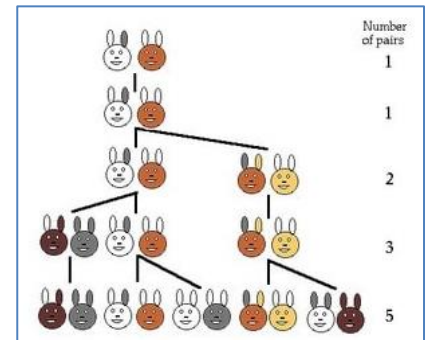
(2) 「ウサギ算」・・・12世紀のイタリア人・フェボナッチがウサギをモデルに考えた、次のような増殖の仕方です。

\* 1つがいの子ウサギは1ヶ月かけて親ウサギになり、

2ヶ月目から毎月1つがいのウサギを産む。

\* 1→1→2→3→5→8→11→19・・・と続くつがい数の変化は正式にはフェボナッチ数列と呼ばれています。

\* 前の2つの数を加算するとその次の数が得られます(例 8+11=19)。



(3) エクセルによる計算・・・ネズミ算(7倍、2倍)とウサギ算は簡単に計算できます。

	A	B	C	D
1	ネズミ算	ネズミ算	ウサギ算	コロナ算
2	(7倍の場合)	(2倍の場合)	(フェボナッチ数列)	(変形フェボナッチ)
3	1	1	1	1
4	7	2	1	1
5	49	4	2	2
6	343	8	3	3
7	2,401	16	5	5
8	16,807	32	8	8
9	117,649	64	13	11
10	823,543	128	21	18
11	5,764,801	256	34	27
12	40,353,607	512	55	42
13	282,475,249	1,024	89	64
14	1,977,326,743	2,048	144	98
15	13,841,287,201	4,096	233	151
16	96,889,010,407	8,192	377	231
17	678,223,072,849	16,384	610	355
18	4,747,561,509,943	32,768	987	544
19	33,232,930,569,601	65,536	1597	835

ここには  
全て数値  
を入力。

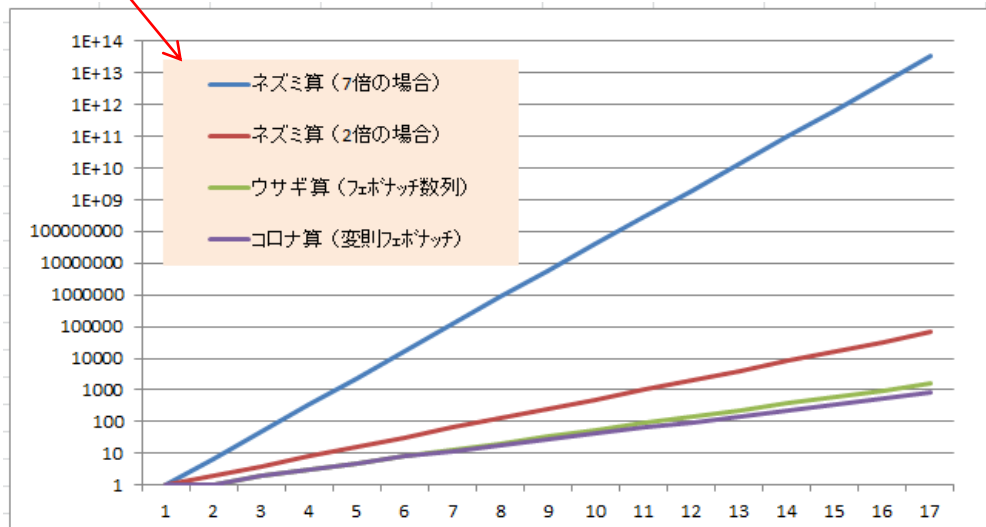
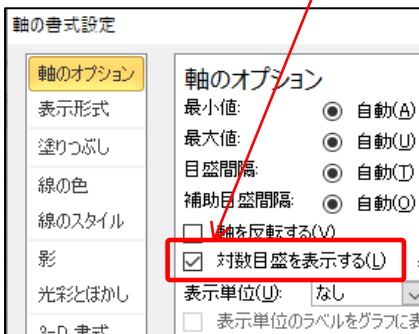
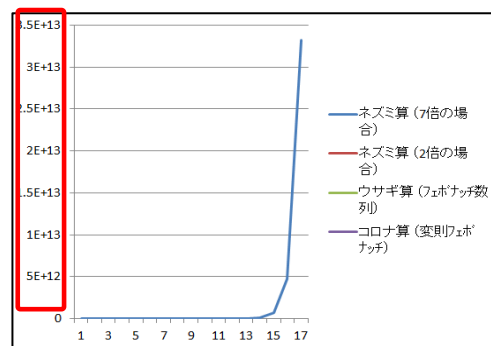
- セル「A3」に半角数字で「1」を入力。
- セル「A4」に式(=A3\*7)を入力。  
(注)A3の個所はキー入力の代わりにセル「A3」をクリックしてもOK。
- セル「A5」以下はセル「A4」をコピーし貼り付ける。セル「A4」の右下部分をドラッグしてもOK。

- セル「B3」に「1」を入力。
- セル「B4」に式(=B3\*2)を入力。
- セル「B5」以下はセル「B4」をコピーし貼り付け。

- セル「C3」「C4」に「1」を入力。
- セル「C5」に式(=C3+C4)を入力。
- セル「C6」以下はセル「C5」をコピーし貼り付け。

(4) ネズミ算(7倍、2倍)とウサギ算をグラフ化してみましょう。

- ①セル「A1」～「D19」をドラッグして選択状態にする。
- ②「挿入」→「グラフ」・「折れ線」→「折れ線」をクリック。
- ③グラフの縦軸目盛をダブルクリック→軸の書式設定→軸のオプション→「対数目盛を表示する」にチェック。
- ④線の色の説明部分を見やすくする(位置や背景)。



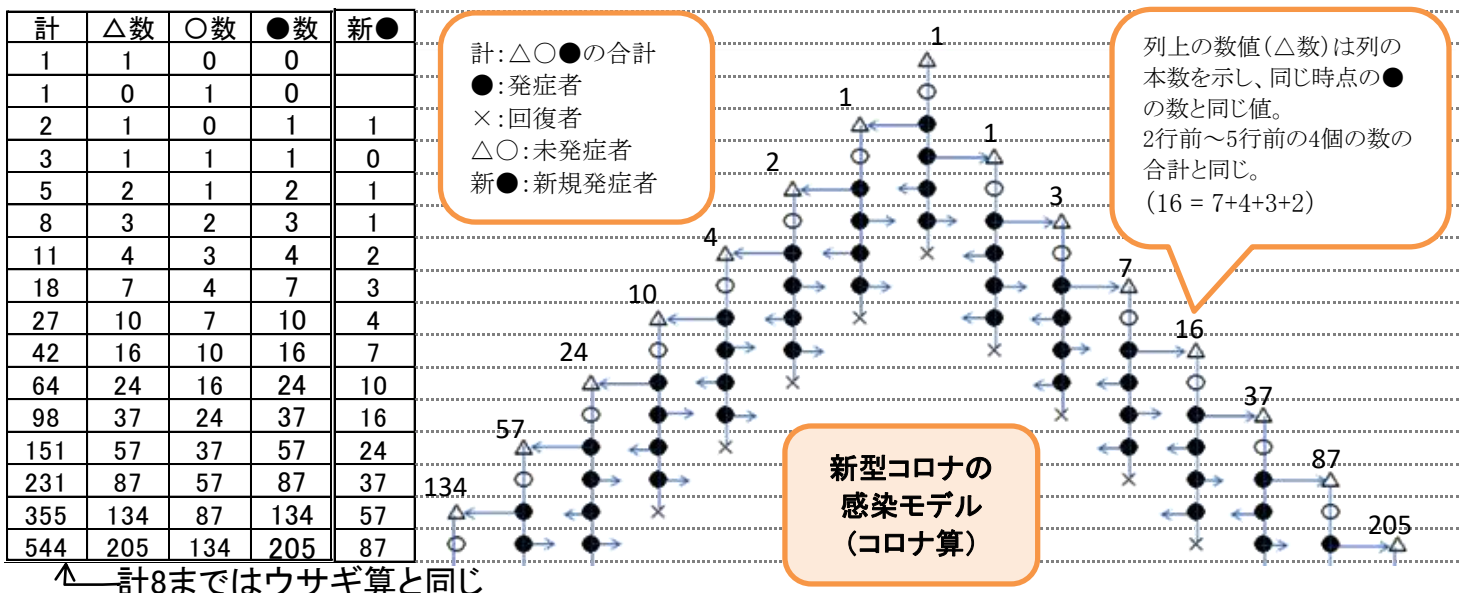
対数目盛では、どれも直線となり、ネズミ算の一種と見ることもできます。

## 2. 新型コロナウイルスの感染モデル(変則フェボナッチ・コロナ算)

新型コロナによる感染モデルは、単純なウイルス増殖だけの問題ではなく、人の体内でのウイルスの寿命、人から人への感染力、発症状況などいろいろな情報を考慮する必要があります。新型コロナに感染してもすぐには発症しないこと。また発症した場合に、およそ2週間で平癒することなどから、コロナの寿命が有限とし、次のようにステージ分けをしたモデルを設定します。

ステージ	1	2	3	4	5	6	7
記号	△	○	●	●	●	●	×
説明	感染初	増殖	発症	発症	発症	発症	平癒
感染力	無し	無し	有り	有り	有り	有り	無し
PCR	陰性	陽性	陽性	陽性	陽性	陽性	陰性

各ステージ期間を3日に設定。  
3×4=12日間発症している計算。



### 3. 感染係数を考慮して新型コロナウイルスの感染シミュレーション

#### (1) シミュレーション用に感染モデルの修正

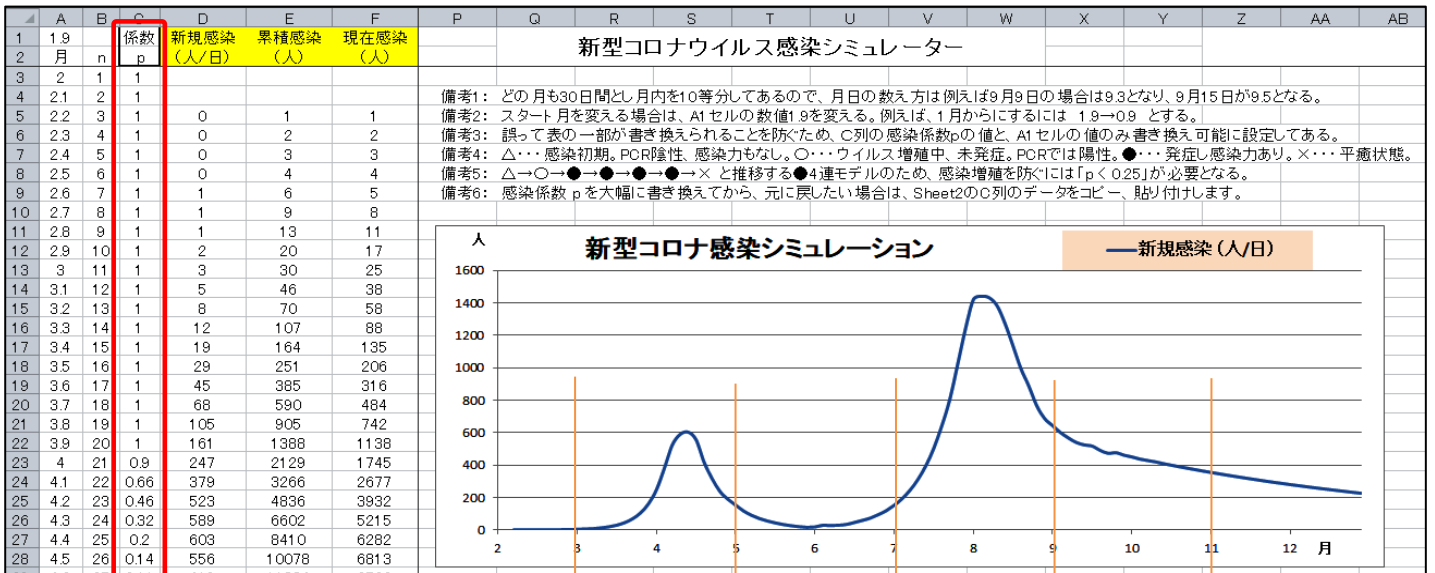
前記の感染モデルは、発症前の状態や、発症、平癒などの分離ができる点で好都合ですが、感染の広がり具合を調整するものが欠けているため、次のように修正します。

- \* 「感染係数  $p$ 」を導入して計算する。
- \* 「感染係数  $p$ 」は、時点毎に異なった数値を与えることができる。
- \* 発症後約2週間で平癒することから感染モデルのステージは3日に設定。

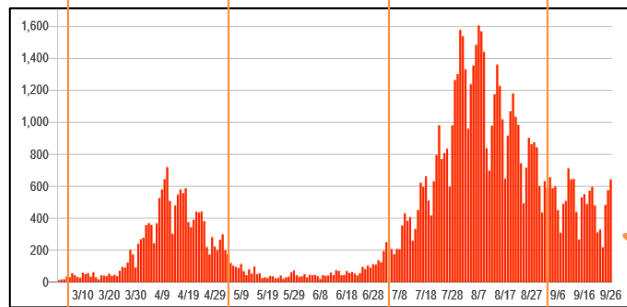
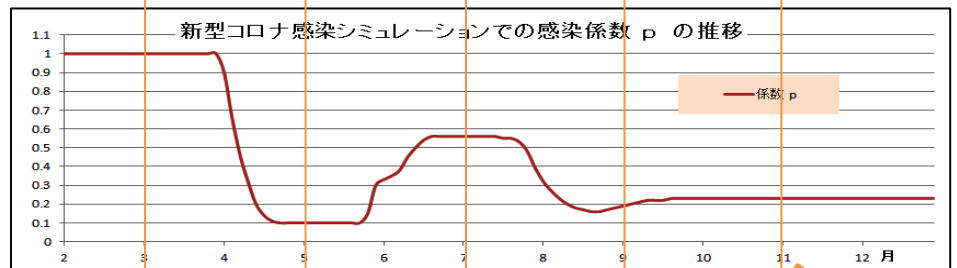
具体的な作成作業の説明は省きますが、エクセルを活用するには適したテーマです。

#### (2) エクセルによる新型コロナ感染シミュレーターのダウンロード

「パソコン教室テキスト一覧」のホームページ、No.426 より、シミュレーターをダウンロードします。



既に、日本国内の感染をシミュレートした状態にセットされています。2月～12月が対象期間となっていますが感染モデル立上り期間(約1ヶ月)を考慮3月以降が有効な期間です。上図の赤枠で囲った部分は感染の仕方をコントロールする「感染係数  $p$ 」の入力領域であり、ここへの数値入力によってシミュレーションを行うこととなります。感染係数が大きいほど感染が激しくなります。国内の9月までの感染では上図のように感染係数値が  $p=0.1\sim 1.0$  となっていますが、8月中旬以降向上きに推移していて、心配なところです。



国内新規感染のシミュレーションに使用した感染係数のデータ。

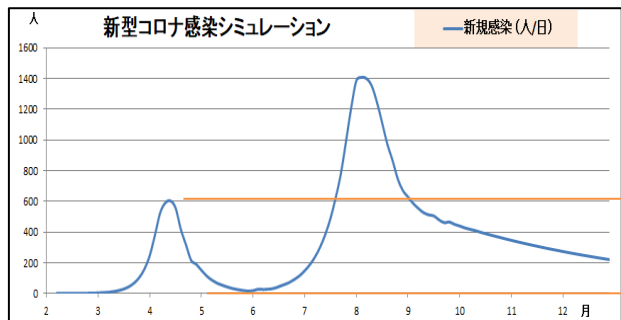
国内新規感染の実績データ。

(3)シミュレーターによる過去データの見直しと、今後のコロナ感染見通しの検討

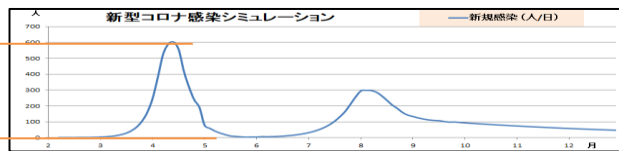
3月～6月の第1波の場合は、厳しい外出制限を行って何とか切り抜けることができましたが、今後の参考用に次のようなシミュレーションを行ってみましょう。

① 非常事態宣言が十分徹底して、感染係数が更に1/2となった場合。

具体的には、セル「C31」～セル「C39」の感染係数を0.1→0.05に変更してグラフをチェックします。



第1波のピークにはあまり影響がなく、  
第2波への好影響が大きくなる。



グラフチェック後は、感染係数の変更箇所を元に戻します。

② 非常事態宣言が十分徹底せず、感染係数があまり下がらなかった場合。

具体的には、セル「C30」～セル「C40」の感染係数を0.1→0.15に変更してグラフをチェックします。

グラフチェック後は、感染係数の変更箇所を元に戻します。

③ 非常事態宣言解除をあと9日間(シミュレータで3行分)延長した場合。

具体的には、宣言解除後のp変化を同じようにするため、セル「C38」～セル「C48」の感染係数をコピーしセル「C41」に貼り付けします。グラフチェック後は、感染係数変更箇所を元に戻します。

④ 10月以降の感染対策が設定値よりも甘くなった場合。

具体的には、セル「C83」～セル「C112」の感染係数を0.23→0.3に変更する。

グラフチェック後は、感染係数の変更箇所を元に戻します。

⑤ 10月以降の感染対策が設定値よりも改善された場合。

具体的には、セル「C83」～セル「C112」の感染係数を0.23→0.2に変更する。

グラフチェック後は、感染係数の変更箇所を元に戻します。

(注1) 今回は新規感染者についてチェックしましたが、無症状でかつPCR検査でも陰性の△印者(初期感染者)、およびPCR検査には陽性となるものの発症前の人(○印者)に注目した検討も重要です。

(注2) ×印は、軽症者ではこの時点で平癒となるものの、重症に移行する場合もあるのでむしろ、×印は軽症者の退院、重症移行者、死者も含んだ人数と見なすことができます。